SFC4000
气体质量流量控制器

— 高精度质量流量控制器（精度为设定值 0.8%）
— CMOSens®专利技术卓越的性价比
— 响应时间快（ 设定值 2%范围内<0.1 秒）
— 模拟输入输出接口（标准 0-5V ）
— 单极电源供电（+14-24V DC）
— 数字化标定，经过温度补偿
— 连接尺寸与其它的标准质量流量控制器兼容
— NIST 可追踪标定

2006 年 3 月 –V2.2

Swagelok fittings

Downmount fittings

CMOSens® SFC4000 产品概述

SFC4000 CMOSens®质量流量控制器能够在较宽的量程范围内快速而精确的控制气体流量。其性能由 Sensirion 卓越的 CMOSens® 传感器技术支持，将高精度的传感元件和 A/D 转换放大电路连接在同一个 CMOS 芯片上。经过数字化标定和温度补偿传感器信号可直接在芯片上转换成 PWM 信号，用快速模拟控制电路来控制阀门动作。因此，SFC4000 的精度高，响应速度快，量程比宽（>1:1000）。

CMOSens® 传感器由不锈钢真空封装，有坚固的铝制外壳。在很多领域有广泛的应用，例如，过程控制中的质量流量控制，医疗器械，燃料电池，以及气体流量计量等。

SFC4000 提供输入输出信号（0—5V）模拟电气接口，所需供电电压是+14—24VDC 标准电源电压。可在 10 bar (145psi)输入压力下操作。SFC4000 是 Sensirion PC1 流量控制器的优化产品。SFC4000 与 PC1 高度兼容并能提供更好的性能规范和更简便的供电模式。

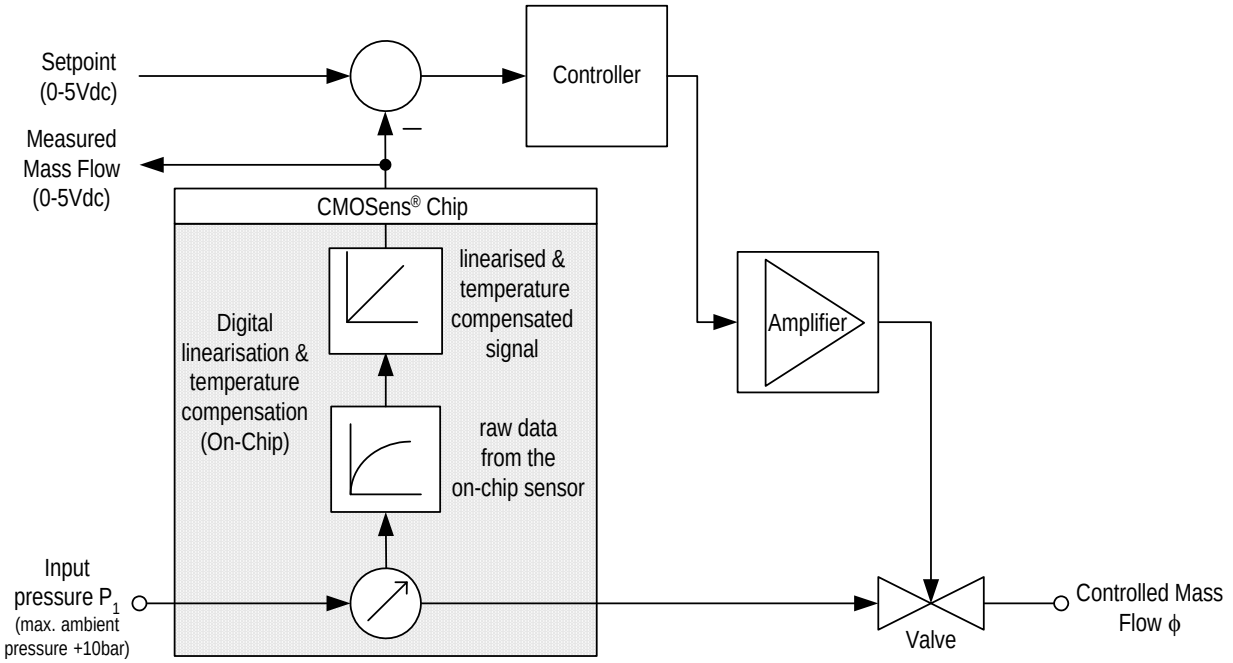

Figure 1: CMOSens® SFC4000 流量控制器原理框图.

Introductory Description

质量流量控制器的性能主要受所使用的质量流量传感器影响。SFC4000 控制器的核心技术由 Sensirion CMOSens®传感器技术支持，性能好，精度高，性价比高。

CMOSens®流量传感器，由微型膜片上的传感元件，以及硅芯片上的线性和温度补偿的信号处理电路构成，标准 CMOS 过程生产。

膜片上两个对称分布的温度传感器，一个用于温度补偿的额外的温度传感器，以及集成在同一芯片上的 A/D 转换和放大电路使控制器具有良好的重复性和较高的精度。

此外，由于膜片所采用的特殊技术，能感应到最小的热质量，使得热传感器响应时间只有 1.7 ms。由于放大电路、A/D 转换、数字化线性和温度补偿电路的整体设计是和传感器速度相匹配的，每 0.7 ms 就传输一个经过完全校准的流量测量数值。

CMOSens® 技术关键的优势就是，快速、稳定、精确的流量控制，使用可靠的控制算法。

CMOSens® 技术的另一个优势就是抵抗电磁干扰。传感器采用锈钢真空封装，外壳铝制包装，这使得 SFC4000 应用范围广泛。

SFC4000 设备控制的是实际的质量流量，而不受周围温度和压力变化的影响。您只须将所要控制的气体连接到控制器上即可，通过模拟接口设定流量值，通过模拟输出信号获得反馈。标准模拟接口使得与 SFC4000 装置连接比较简单。

标准标定的气体是氮气，或者空气。其他标定气体，例如 O_2, He, H_2 可以直接标定。SF_6, C_4F_8 及其他气体我们可以为需求量大的 OEM 直接标定。

1 CMOSens® PerformanceLine 气体质量流量控制器的性能

Table 1: CMOSens® SFC4000 流量控制器规格表。

无特殊注明，所有数据的校准条件为：20℃，N2，相对大气 2.0 bar 压降（出口，1.0 bar；入口，3.0 bar），水平安装位置，直进口 VCR inlet fitting (length min. 5 x ∅) 或者 down-mount.

规格	条件	数值				单位
范围:						
产品型号		SFC4100		SFC4200		
流量范围 (Air equivalent)		0.05	0.5	2 ， 5	20	l_n/min
性能:						
精度 [1, 2]	10 - 100% FS[3]	0.8	0.8	0.8	1	% s.p.[4]
	<10% FS	0.08	0.08	0.08	0.1	% FS
重复性 [2]	10-100% FS	0.1	0.1	0.1	0.2	% s.p.
	<10% FS	0.01	0.01	0.01	0.02	% FS
典型设置时间[5]	10-100% FS	< 100	< 100	< 100	< 250	ms
偏移[6]		< 0.08	< 0.08	< 0.08	< 0.1	% FS
标准标定气体[7]		N_2		Air		
其他气体		参看后面的订购选型表				
控制范围		>= 1:1'000				
工作温度 (环境及气体)		0 – 50 / 32 – 122				°C / °F
零刻度时温度系数		0.005				% FS / °C
满量程时温度系数		0.04				% s.p. / °C
位置灵敏校正吸收		on request				% FS
压力系数		< -0.15 / 1 bar				% s.p.
满量程压降	$p_{abs.}$ = 1 bar gas: air	<0.5 / 22	<2.0 / 29	<2.0 / 29	<3.0 / 43	bar / psig
最大输入压力		10 / 145	10 / 145	10 / 145	10 / 145	bar / psig
最大压降		5 / 73	5 / 73	5 / 73	4 / 58	bar / psig
MFC 外部泄漏率		1 x 10 e^{-6}				mbar l/s He
阀关时的泄漏率		1 x 10 e^{-6}				mbar l/s He
接触材料		Si, Si_3N_4, SiOx, Viton®, SSL316L, Glob Top, Glass, Al, Brass				
预热时间		5				sec.

[1]包括偏移，非线性，磁滞
[2] 对于 0.05ln/min 的规格，表中参数 在满量程的 20%—100%范围内有效.
[3] in % of full scale (FS)
[4] in % of setpoint (s.p.) = measured value (m.v.) = of rate = of reading
[5] 表中在从满量程的 10%到 100%范围内 进行设定时，达到设定点 ±2%以内的时间 ， 指的是 3.0bar 输入压力, 1.0bar 周围/输出压力. 气体类型: N2.,（具体设定时间依据气体类型不同， 30-300 ms 不等).
[6] 在 0.00V 设定点的输出
[7] 其他大批量应用的气体类型根据要求而定

1.1 精度

图 2 将一个传统的 MFC 和 CMOSens® PerformanceLine MFC 的设定值精度进行了对比。当使用传统的传感器技术时，很明显的可达到 1% FS 的精度。该图显示了这与 PerformanceLine MFC 的关系。可以看出，尤其在低流量率时，CMOSens®技术性能的最佳。

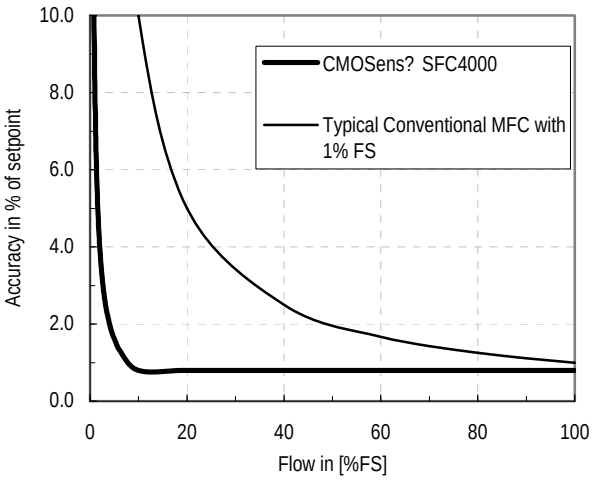

图 2.与传统控制器精度比较

1.2 重复性

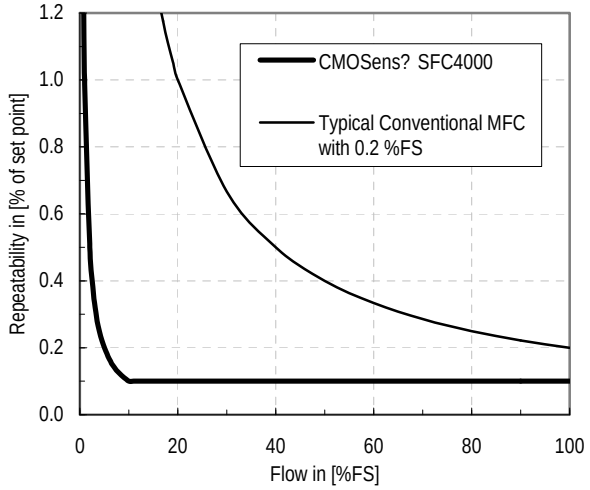

图 3: CMOSens® SFC4000 与其他流量控制器(MFC).重复性对比

图 3 中，SFC4000 与传统的质量流量控制器的重复性进行了对比，更加突出了其优良能。

1.3 响应时间

CMOSens® SFC4000 响应时间只有 100ms .
表 4 是 PerformanceLine MFC 与使用传统传感器技术的 MFC 之间响应时间的对比。

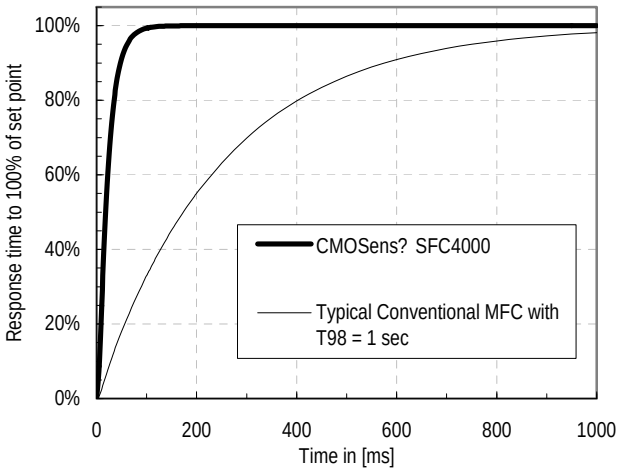

图 4: SFC4000 响应时间

2CMOSens® 气体流量控制器工作原理

2.1 质量流量测量的热量原理

CMOSens® SFC4000 利用热传递的热量原理，测量气体质量的流量。热绝缘膜片上的加热元件，其温度始终高于周围温度。当有气体流量时，气流上下游的温度分布受到干扰。这种非对称性即可被检测到。整个执行过程在一个标准 CMOS 硅芯片上完成。由于膜片的最小热质量和对称排列以及精确的温度测量，即达到了 SFC4000 革命性的卓越性能。

CMOSens® 芯片上的排列使得传感器通道的横截面积达到 0.8×1.2 mm，比传统类型（0.3×0.5 mm）要大得多。这样的设计就降低了受污染分子和受潮气体的稳定性。

图 7 是传感器在其不锈钢包装内的横截面图片。

(详细说明见 2.4).

2.2CMOSens® 传感器技术

CMOSens®技术是所有 Sensirion 多传感器模块和传感器系统的技术基础。半导体芯片和传感器技术的统一成为了高精密和高可靠性的高积分系统解决方法。芯片上的传感元件同一个放大器、A/D 转换电路，共同构成了一个集成整体。由于单芯片多集成模块设计，CMOSens® 的传感器可以抵抗电磁干扰。这是传感器技术的另一重要优势。因此，CMOSens® 的传感器模块精度高，反应时间快，动态测量范围宽。

除了流量传感器之外，CMOSens®芯片也集成了一个温度传感器，可以持续测量芯片的温度，并且由于热质量较小，也可测量气体的温度。这个温度信息直接用于温度补偿。

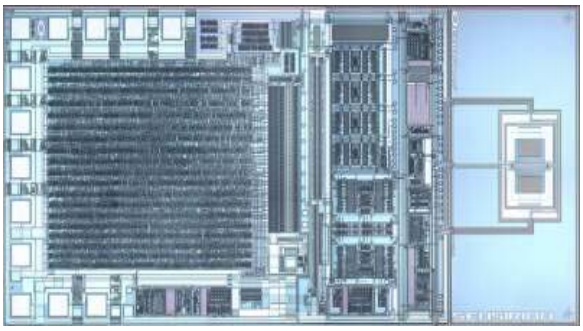

图 5: CMOSens® 芯片图

2.3 信号处理

MFC 的 CMOSens®芯片可以直接和一个外部 EEPROM 连接。

结合了芯片智能技术，芯片输出信号已经过线性化，温度经过补偿，并利用 EEPROM 存储标定数据。CMOSens® 芯片生成的 PWM 输出信号继而传到控制器电路，用于控制调节阀，即控制质量流量。

CMOSens®内部的时钟频率几百 kHz，能够快速而准确的测量流量。芯片产生的流量信号经过芯片上的 A/D 转换电路，线性化电路处理，并计算出温度补偿数据。CMOSens® 传感器芯片最终的 PWM 信号准备就绪，直接用于阀门的控制电路。对 CMOSens® 流量芯片严格的规划设计是为了使每个元件的性能达到最佳，使各个元件之间快速而有效的互动。这就保证了高精度和高速度下信号的最优处理。

因为产生 PWM 信号的速度极快，利用保守而可靠的控制运算原则可到达精确的流量控制。

基于 CMOSens® 芯片的高集成度，传感器达到很高的精度，使 SFC4000 达到高性能，而价格低廉。

图 6 是 CMOSens®流量芯片的温度和流量信号路径，当然同样适用于 SFC4000 系列

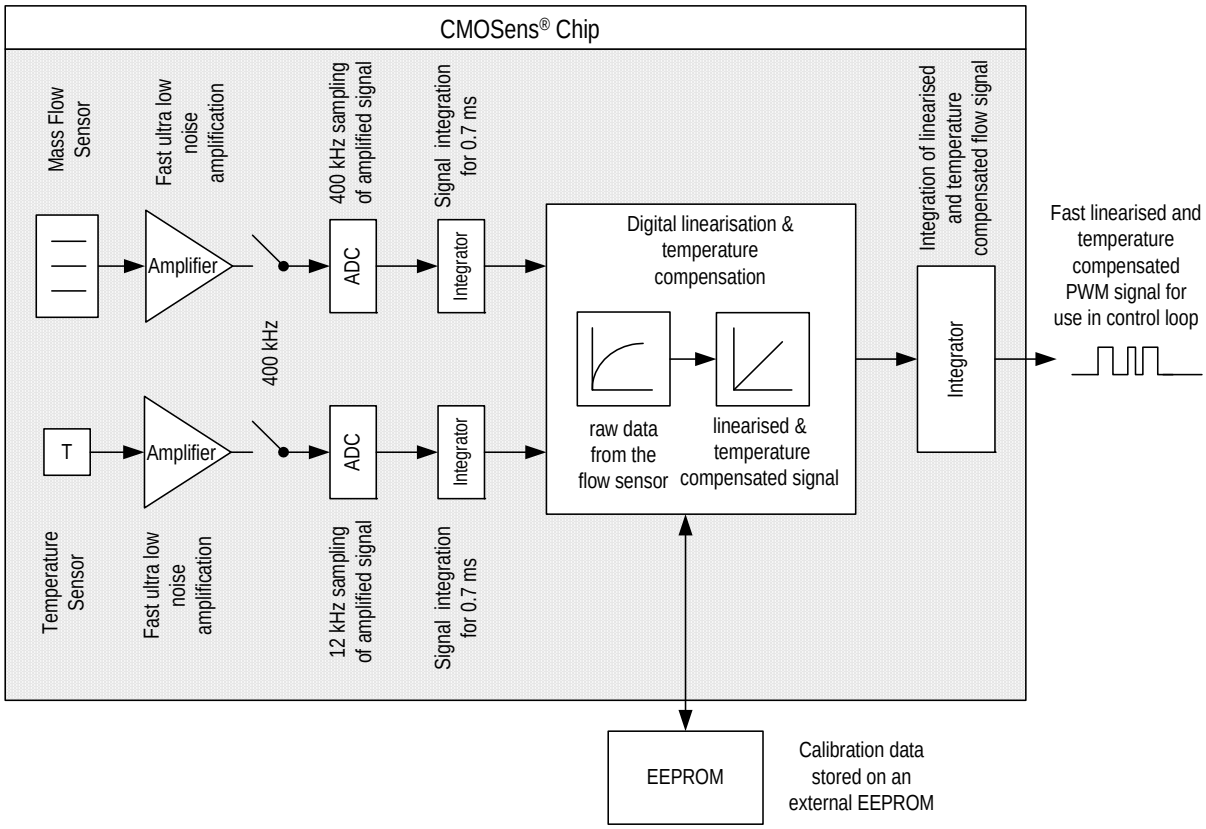

Figure 6: CMOSens® 质量流量传感器芯片的信号处理框图

2.4 包装原理和密封

为了保证传感器和流量通道的真空密封外壳，利用了专利技术。CMOSens®芯片本身真空密封放置在焊接不锈钢（316SSL）的包装上。这种包装通过 O 形圈密封连接到铝制体上。整个结构可以使 SFC4000 可以在输入高压的条件下进行操作（10 bar/标准 145psi，更高抗压要求的大批量采购客户，可视具体要求而定）。

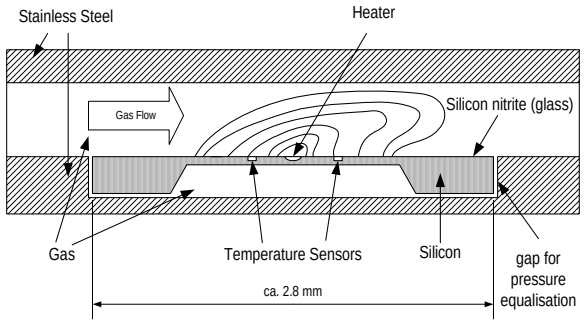

图 7: 不锈钢真空封装（截面图）

芯片与主控板 之间的引脚之间采用真空玻璃密封。这种密封方法确保各种气体的高可靠性和密闭性 (图 8).

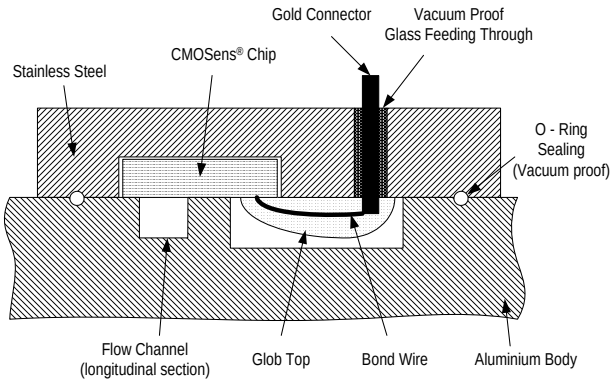

图 8: 真空玻璃密封截面图 (纵切面)

2.5 接触材料及其兼容性

这种封装方法使得 SFC4000 所控制的气体对其绝缘材料的受潮影响降到最低。
表 2 是接触材料概况

PC Part	Wetted Material
Body	Aluminium
Sensor element	Silicon (Si) Silicon oxide (SiOx) Silicon nitride (Si_3N_4) Stainless Steel Glass Glob Top
Sealing	Viton®
Valve[1]	Brass Viton®

对于大批量应用的 OEM，壳体和阀的材质和密封方法可以根据要求配置。

2.6 不同类型气体的操作

CMOSens® SFC4000 质量流量控制器可测不同的气体。无论何种气体， 必须遵守 0 的安全性说明。对于无需定制的标准应用，选用空气和氮气标定的控制器类型是最佳选择。并且可保证超快的响应时间和相对较低的价格。
对于需要其他气体类型标定流量控制器的大客户，可根据具体要求而定。详情请联系 Sensirion 。

2.7 安全规则

CMOSens® PerformanceLine MFC 为宽范围的多种类型气体设计。CMOSens® 芯片的真空密封不锈钢包装，以及铝制外壳和密封材料，确保了控制器密封绝缘。而且，每一支控制器在生产过程都经过泄漏检测。

另外，电路的设计使得传感器最大发热量在任何环境下限制在 12 mW .

处于安全考虑，Sensirion 还是推荐您遵循下列说明。

有毒气体

使用本仪器测有毒性气体前，必须检查是否泄漏。

爆炸性气体

CMOSens®传感器元件按照 EN 50020 chapter 6.2.4b)进行检测. Sensirion 确保 T1 和 T2 类气体（燃点≥300℃）的安全使用。也包括混合氢气或碳氢化合物的空气或氧气。但是 SFC4000 的设计不适用于控制器外部有爆炸性气体的危险区域（EN 60079-10）

腐蚀性气体

请确您使用的气体与 2.5 表 2 列出的接触材质不会发生反应。不能确定的请联系 Sensirion，我们给您进一步的建议。

[1] valve for volume OEM applications also available with Stainless Steel body instead of brass body and Kalrez® instead of Viton.

3 电气连接

3.1Connector and Pin Layout

SFC4000 外壳上是 Sub-D 9 针标准接头，接线简单可靠。
请参照 SFC4000 安装说明手册，查看正确的电气接线图，包括设备接地的说明。

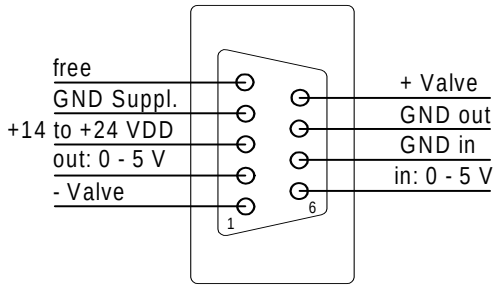

Figure 9: CMOSens® SFC4000 引脚图

The SFC4000 气体质量流量控制器需要 +14 to + 24 VDC.标准电压电源供电。

3.2 供电电源

因为这个电压在内部调节，所以对脉冲和稳定性没有苛刻的要求。

3,3 模拟接口

The SFC4000 有两个模拟接口: 输入输出都是 0 – 5 VDC。

3.4 数字接口(超驰阻碍)

处于安全考虑， SFC4000 流量控制器 的阀有两种超驰模式:
清洗模式: +Valve (pin9) 连接 5V DC ，此时不管设定值多少，控制阀都处于全开状态。
关闭 模式: -Valve (pin1)连接 5V DC ，此时不管设定值多少，控制阀都处于全闭状态。

4 额定规格和电气规格

4.1 绝对最大额定

工作温度	0°C to 50°C / 32 °F to 122°F
最大工作压力	10 bar / 145 psi
电源电压	14.0 to 26.4 Vdc

4.2 电气规格

表 3: SFC4000 接口特点

参数	条件	最小值.	典型值.	最大值	单位
输入(设定点)					
输入电压	直流	0		5	V
输入阻抗		300			kΩ
输出					
输出电压	直流	0		5	V
最小负载电阻		10			kΩ
阀的数字输入					
清洗模式 (全开)	直流	4.5	5.0	30	V
关闭模式 (全关)	直流	4.5	5.0	30	V

表 4: SFC4000 的供电要求

参数	条件	最小值.	典型值.	最大值.	单位
电源供电	直流	14.0	15.0…24.0	26.4	V

Table 5: SFC4000 电源和电流分布特性

Parameter	Conditions		Typical[1]	Units
SFC4100				
提供最大电流	忽略设定值 + Valve = 5Vdc - Valve = nc	VDD = 15VDC	120	mA
		VDD = 24VDC	75	
电源分布 (控制模式)	设定值 = 5Vdc + Valve = nc - Valve = nc	VDD = 15VDC	1.7	W
		VDD = 24VDC	1.7	
电源分布 (清洗模式)	忽略设定值 + Valve = 5Vdc - Valve = nc	VDD = 15VDC	1.8	W
		VDD = 24VDC	1.8	
电源分布 (关闭模式)	忽略设定值 + Valve = nc - Valve = 5Vdc	VDD = 15VDC	0.8	W
		VDD = 24VDC	0.7	
SFC4200				
提供最大电流	忽略设定值 + Valve = 5Vdc - Valve = nc	VDD = 15VDC	320	mA
		VDD = 24VDC	200	
电源分布 (控制模式)	设定值 = 5Vdc + Valve = nc - Valve = nc	VDD = 15VDC	4.1	W
		VDD = 24VDC	4.0	
电源分布 (清洗模式)	忽略设定值 + Valve = 5Vdc - Valve = nc	VDD = 15VDC	4.9	W
		VDD = 24VDC	4.8	
电源分布 (关闭模式)	忽略设定值 + Valve = nc - Valve = 5Vdc	VDD = 15VDC	0.8	W
		VDD = 24VDC	0.7	

Table 6: SFC4000 的电气特性和重量

参数	条件	数值	单位
电气			
输入设定点		0 – 5.0	VDC
输出		0 – 5.0	VDC
+Valve, -Valve		0 or 5.0	VDC
供电电压 (通常)		15.0 –24.0	VDC
供电电压最大范围		14.0 – 26.4	VDC
电气连接		Sub-D 9pin	
机械			
重量 (无配置)		230	g
重量(down mount)		270	g
重量(VCR/VCO)		310	g

表 7: SFC4000 电磁兼容性

Parameter	Hall mark	Notes	Applied values
电磁兼容性 / 工业抗干扰等级 EN 61000-6-2)	EN 61000-4-2	Air discharge (ESD)	± 8 kV (air) ± 4 kV (contact)
	EN 61000-4-6	高频电磁辐射 (HF)	10 Veff
	EN 61000-4-4	Fast transients (burst)	± 4 kV

[1] 参数变化范围：+/- 5%

5 物理尺寸和封装信息

SFC4000 的外壳是防化学剂的铝制体。包装的设计可以承受 10 bars/145 psi 的操作压力。

down mount and ¼" VCR/VCO 模式物理尺寸和包装信息见图 10 和 12。

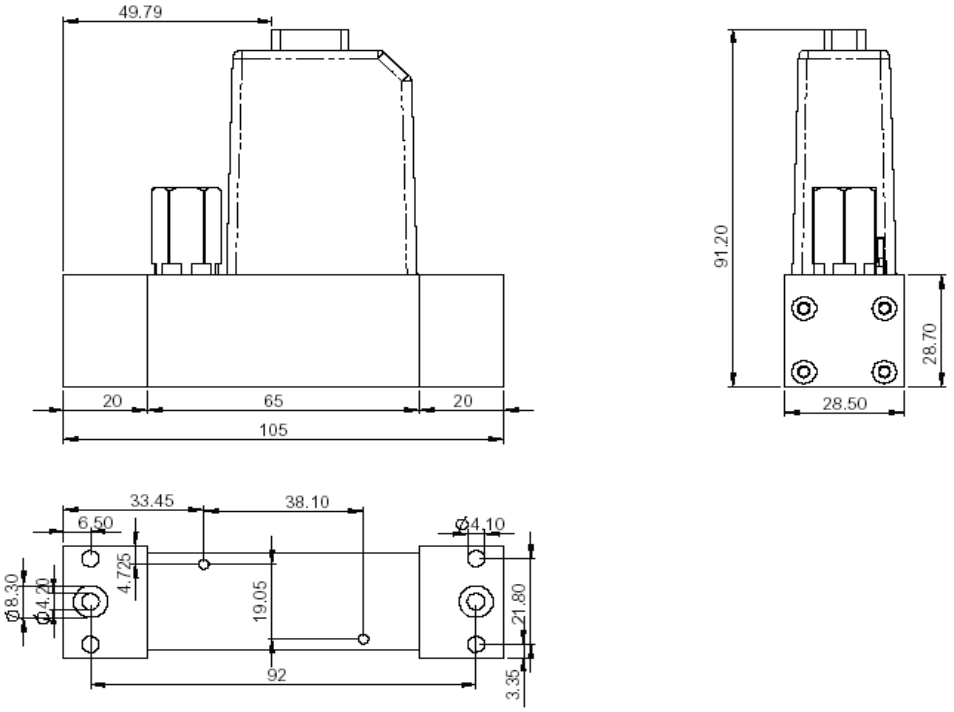

图 10: down mount 物理尺寸和包装信息 单位 [mm]

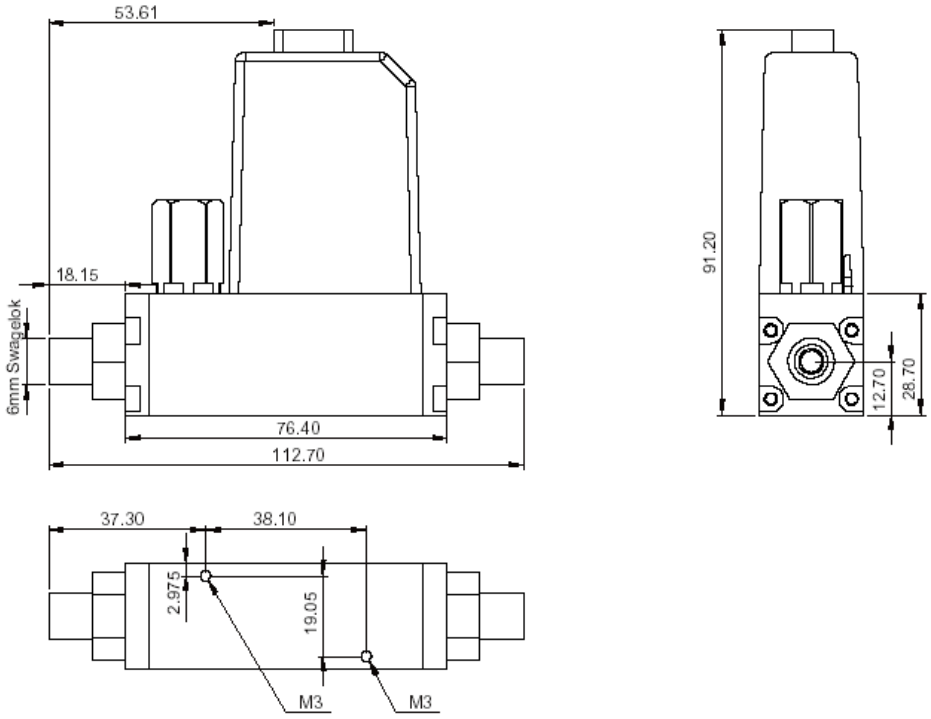

图 21: 6mmSwaglok 物理尺寸和包装信息. 单位 [mm]

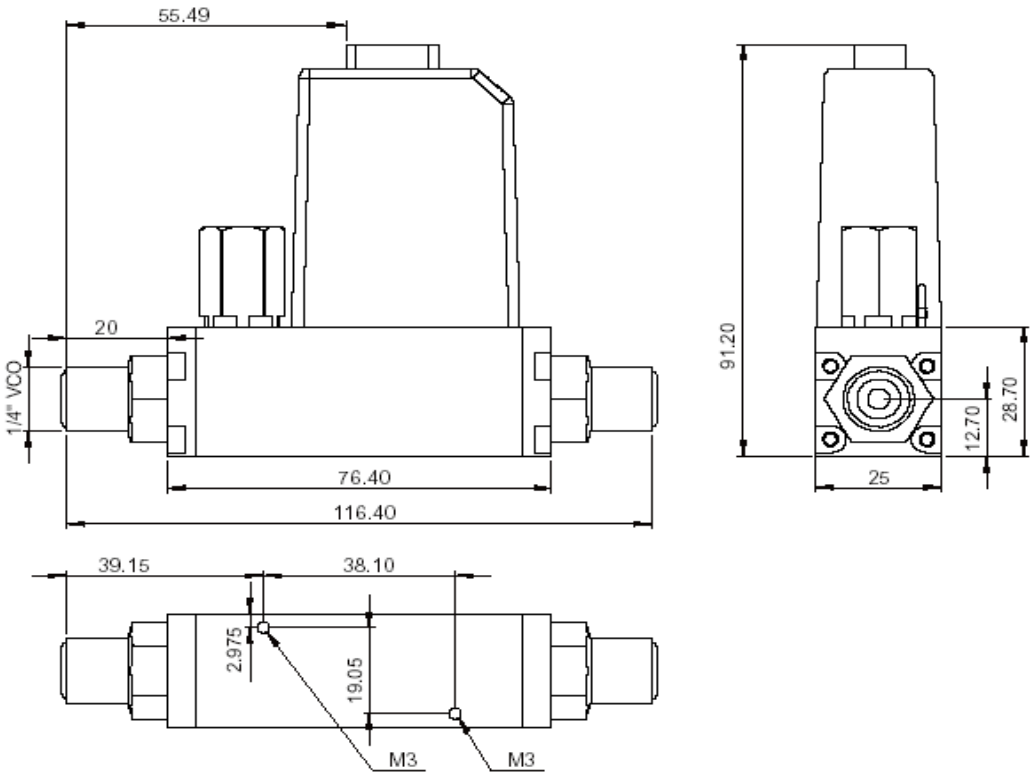

图 32 : ¼" VCO 模式物理尺寸和包装信息. 单位 [mm]

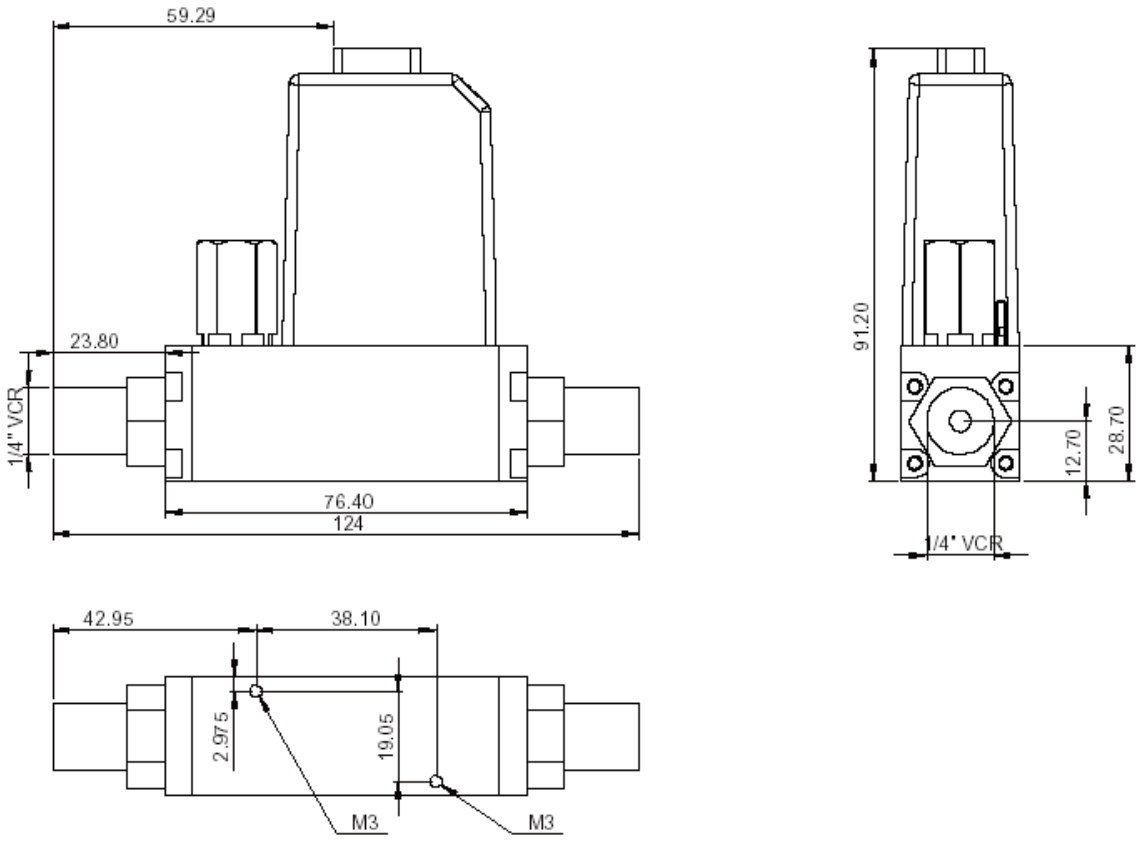

图 43: ¼" VCR 模式物理尺寸和包装信息. 单位 [mm]

6 订购信息

SFC4000 是 Sensirion PC1 流量控制器的优化。SFC4000 与 PC1 高度兼容并提供更好的性能规范和更简便的供电模式

6.1 SFC4000 质量流量控制器订货号:

如果可能请提供完整的产品订货号
例如：SFC4100 UAGUCV N2 500mln/min
如果不清楚产品订货号, 请提供以下信息:

1. 产品系列编码 (e.g. SFC4000 – 是否为 SFC4100 或者 SFC4200)
2. 机械接口编码 UA*x* (见表 8 中的定义, 将 x 替换为相应编码)
3. 气体类型 (见 表 8). 如果您要求的气体类型和范围表中没有提到，请联系 Sensirion
4. 最大流量范围 (流量单位见 表 9)

6.2 其他选型

表 8 所列出的气体类型，流量范围和单位的组合是标准产品。
如果有对其他类型的 MFC 较大量的需求，可以联系我们。
产品最新信息请登陆网站 http://www.sensirion.com.

产品系列代码	机械连接接头						标定气体[1]	满量程（ln/min）	单位
	无接头	6 mm Swagelok	¼ " Swagelok	⅛ " Swagelok	¼" VCO	¼" VCR			
SFC4100 UA*x*	*x*=G	*x*=5	*x*=6	*x*=7	*x*=H	*x*=I	Air, N_2, O_2	0.05 / 0.10 / 0.20 / 0.50	mln/min ln/min sccm slm
	x=G	*x*=5	*x*=6	*x*=7	*x*=H	*x*=I	He	0.50 / 2.0	
	x=G	*x*=5	*x*=6	*x*=7	*x*=H	*x*=I	H_2	0.50 / 2.0	
SFC4200 UA*x*	*x*=G	*x*=5	*x*=6	*x*=7	*x*=H	*x*=I	Air, N_2	2.0 / 5.0 / 20.0	mln/min ln/min sccm slm
	x=G	*x*=5	*x*=6	*x*=7	*x*=H	*x*=I	SF_6 [2]	0.3 / 0.6 / 1.0 / 1.2	
	x=G	*x*=5	*x*=6	*x*=7	*x*=H	*x*=I	C_4F_8 [2]	0.2 / 0.3 / 0.4	

表 8: CMOSens® SFC4000 选型表

Example 1: SFC4100 UAG Air 0.05 ln/min
这组代码表示: SFC4000,接头:无接头;满量程:0.05 ln/min;标定气体:空气;单位:ln/min.(norm liter per minute at 0 °C / 32° F and 1013 mbar / 14.69 psi).

Example 2: SFC4200 UA5 SF_6 1200 sccm
这组代码表示: SFC4000, 接头: 6 mm Swagelok; 满量程:1200 sccm; 标定气体:SF_6, 单位 sccm (standard cubic centimeter per minute i.e. at 20 °C / 68° F, and 1013 mbar / 14.69 psi.)

[1] Contact Sensirion AG for availability of other gases for volume applications.
[2] SF_6 and C_4F_8 available for order quantities of 10 and more. For detailed accuracy and settling time specifications contact Sensirion AG.

6.3 SFC4000 所支持的流量单位

Table 2: 流量单位

典型流量单位		参考条件	
		气体温度	气体压力
mln/min	(norm milliliter per minute)	0 °C / 32° F	1013 mbar / 14.69 psi
ln/min	(norm liter per minute)		
sccm	(standard cubic centimeter per minute)	20 °C / 68° F	
slm	(standard liter per minute)		

Example: Relationship for N_2 between:

ln/min (0°C, 1013 mbar)	and	slm (20°C / 68°F, 1013 mbar / 14.69)
1 ln/min	=	1.073 slm
10 ln/min	=	10.73 slm

2 Revision history

Date	Version	Page(s)	Changes
November 2005	Preliminary	1-13	First public release
January 2006	Preliminary v1.4	1-16	Specifications, typos, various small modifications, ordering Information
February 2006	Preliminary v1.5	1-16	Updated images and layout, disclaimer updated
February 2006	v2.0	1-16	Typos, updated specifications.
February 2006	V2.1	1-16	Error in ordering information corrected, power specification enhanced
March 2006	V2.2	1-16	Order information updated, several layout changes

Notes:

注意事项

警告，人身伤害

该产品不可用于安全设备或停止紧急情况的设备，或者应用于由于产品故障而导致人身伤害的地方。如不遵守这些说明，会导致死亡或严重的人身伤害。

如果违反以上规定而购买或者使用此产品的，应当赔偿，并且保证 SENSIRION AG 和其人员，子公司，分支机构和分销商，免于任何索赔等费用。

ESD 防范

CMOSens® PerformanceLine MFC 质量流量计是一个电子设备。因此，在操作设备时 Sensirion 推荐使用标准 ESD 防范。

保证

SENSIRION AG 不对产品的适用性做任何保证，担保和表示，或者对任何产品或电路的应用或使用承担任何责任。“典型的”系数在不同的应用中会有变化。所有的操作系数，包括“典型的”都必须由客户的技术专家证明其应用是有效的。

SENSIRION AG 有权改变产品规格和其信息，有权改进其可靠性、功能和设计。

CMOSens®是 Sensirion 的商标。SPI 是 Motorola 的商标。Swagelok®是 Swagelok Company 的商标。Viton®和 Kalrez®是 DuPont Dow Elastomers 的商标。IXEF®是 Solvay S.A.的商标。

Copyright©2003-2004, Sensirion AG.
All rights reserved.

FCC 和 CE

PerformanceLine 产品已经经过测试，按照 FCC 条例（FCC CFR 47）的 15 部分，符合 Class B 数字设备的规定。对于个人使用安装中存在的有害干扰，提供了合理的保护。此设备产生，使用并可以辐射放射性能量。如果不按照说明安装或使用，都会对无线电通信造成损害。然而，并不能保证在个别安装中会出现干扰。如果设备的开关会引起录音机或电视的信号接收，那么用户应当试着通过下列措施排除干扰：

- 重新调整或安放接收天线。
- 将设备和接收器放得再远一些。
- 将设备和接受器连接到不同得电路出口。
- 向经销商或者技术专家咨询。

CE

CMOSens® PerformanceLine 设备完全符合 EN 61000-6-4（Immunity and Emission Test Series）。

中国分公司

盛思锐贸易（深圳）有限公司
深圳市福田区金田路3037号
金中环商务大厦
2411室

Phone: + 86 755 8252 1501
Fax: + 86 755 8252 1580
e-mail: zzl@sensirion.com.cn
websitel: www.sension.com.cn

SCES 047 SWISS CERTIFICATION ISO 9001